

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

US 5,144,574  
12 Patentschrift

10 DE 40 20 187 C 2

51 Int. Cl. 5:  
H 03 K 17/08  
H 03 K 17/56

21 Aktenzeichen: P 40 20 187.2-31  
22 Anmeldetag: 25. 6. 90  
43 Offenlegungstag: 17. 1. 91  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 12. 91

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31  
26.06.89 JP P 1-160728

73 Patentinhaber:  
Kabushiki Kaisha Toyoda Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

74 Vertreter:  
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühlring, G., Dipl.-Chem.;  
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,  
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:  
Sekigawa, Kazunari; Tsujimoto, Hirokazu, Kariya,  
Aichi, JP

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 40 17 992 A1  
NISHIZAWA, JUN-ICHI et al.: High-Frequency  
High-Power Static Induction Transistor, IN: IEEE  
Transactions on Electron Devices, VOL. ED-25, No. 3,  
March 1978, S. 314-322;

54 Ansteuerschaltung für eine Transistorvorrichtung

DE 40 20 187 C 2

DE 40 20 187 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Ansteuerschaltung zum Steuern einer Ladungsinduktion-Halbleitervorrichtung, die einen Haupttransistor und einen Meßtransistor enthält.

Als Starkstrom-Schaltvorrichtungen, insbesondere für niedrige Spannungen wurden Ladungsinduktionstransistoren bzw. Transistoren mit elektrostatischer Induktion, sog. SI-Transistoren entwickelt und eingesetzt. Obwohl solche SI-Transistoren bei niedriger Spannung und starkem Strom betrieben werden können, können sie beispielsweise dann zerstört werden, wenn in einer Last ein Fehler bzw. Kurzschluß auftritt. Daher wird beispielsweise wie gemäß der nicht vorveröffentlichten DE 40 17 992 A1 eine SI-Transistorvorrichtung derart ausgelegt, daß ein Haupttransistor und ein Meßtransistor zu einer einzigen Halbleitervorrichtung zusammengefaßt sind. Von diesen Transistoren ist jeweils der Drain mit einem gemeinsamen Drainanschluß verbunden, während das Gate und die Source mit einem entsprechenden Anschluß verbunden sind. Dadurch wird die SI-Transistorvorrichtung zu einer Vorrichtung mit fünf Anschlüssen. Zum Verhindern der Zerstörung der SI-Transistoren wird der über die Halbleitervorrichtung fließende Gesamtstrom entsprechend einem über den Meßtransistor fließenden Strom gesteuert und der Haupttransistor und der Meßtransistor werden abgeschaltet, wenn über den Meßtransistor ein Strom fließt, der höher als ein bestimmter Wert ist.

Fig. 1 zeigt den Aufbau einer Schaltung gemäß der DE 40 17 992 A1. Widerstände RG und RGS sind jeweils einerseits mit einem der Gateanschlüsse einer Halbleitervorrichtung mit einem Haupttransistor und einem Meßtransistor und andererseits über einen Schalter SW mit dem positiven Anschluß einer Spannungsquelle B verbunden. An eine Eingangssignalquelle S ist eine Steuerschaltung 10 angeschlossen, die dann, wenn ein Eingangssignal hohen Pegel annimmt, den Schalter SW einschaltet, um den Gateanschlüssen der Halbleitervorrichtung über die Widerstände RG und RGS Ströme IG bzw. IGS zuzuführen und dadurch den Haupttransistor und den Meßtransistor einzuschalten. Infolgedessen fließt über einen Lastwiderstand bzw. eine Last RL ein Strom ID. Dabei ist dann, wenn der Haupttransistor und der Meßtransistor eingeschaltet sind, das Verhältnis des über den Haupttransistor fließenden Stroms zu dem über den Meßtransistor fließenden Strom  $k:1$ . Die Source des Haupttransistors ist mit dem negativen Anschluß der Spannungsquelle B verbunden, während die Source des Meßtransistors mit dem negativen Anschluß der Spannungsquelle B über einen Widerstand Rs verbunden ist. Da das Verhältnis des Haupttransistorstroms zu dem Meßtransistorstrom  $k:1$  ist, ergibt die an dem mit der Source des Meßtransistors verbundenen Widerstand Rs entstehende Spannung Vs ein Maß für den über die Halbleitervorrichtung fließenden Gesamtstrom. Falls beispielsweise die Last RL fehlerhaft und daher kurzgeschlossen ist, steigt der Strom an, wodurch auch die Spannung Vs an dem Widerstand Rs ansteigt. Die Spannung Vs wird an eine Überstromschutzschaltung 11 angelegt, die die Amplitude der Spannung Vs mit einem bestimmten Wert vergleicht. Wenn die Spannung Vs höher als der bestimmte Wert ist, nämlich über die Halbleitervorrichtung ein Strom fließt, der so stark ist, daß er die Zerstörung der Halbleitervorrichtung verursachen könnte, bewirkt die Überstromschutzschaltung 11 an der Steuerschaltung 10 das Ausschalten des

Schalters SW.

Die vorstehend beschriebene Funktion ermöglicht es, eine durch einen Fehler an der Last verursachte Zerstörung der Halbleitervorrichtung zu verhindern, welche als Schaltvorrichtung dient.

Bei dem Einsatz der Halbleitervorrichtung als Schaltvorrichtung müssen jedoch der Meßtransistor und der Haupttransistor jeweils im Sättigungszustand betrieben werden. Der Grund hierfür ist folgender: Wenn der Meßtransistor nicht im Sättigungszustand betrieben ist, nämlich beispielsweise die Speisespannung niedrig ist, kann selbst dann, wenn die Last kurzgeschlossen ist und daher über den Haupttransistor ein übermäßig hoher Strom fließt, mit dem Meßtransistor dieser Zustand nicht erfaßt werden, so daß daher der Haupttransistor zerstört wird. Wenn andererseits der Meßtransistor im Sättigungszustand betrieben wird, während der Haupttransistor nicht im Sättigungszustand betrieben wird, fließt selbst bei kurzgeschlossener Last kein übermäßig hoher Strom über den Haupttransistor. Dabei kann jedoch bei dem normalen Einsatz der Halbleitervorrichtung der Haupttransistor nicht vollständig durchgeschaltet werden und es kann der Meßtransistor zerstört werden.

Bei dem herkömmlichen Zerstörungsschutzsystem wird ein Strom mittels des Meßtransistors der Halbleitervorrichtung erfaßt und diese abgeschaltet, wenn ein Strom fließt, der den maximalen Nennstrom übersteigt. Da die Gateanschlüsse der Halbleitervorrichtung über die Widerstände RG und RGS Vorspannung erhalten, ändert sich der in das Gate des Meßtransistors fließende Strom IGS mit der Speisespannung Vcc aus der Spannungsquelle B. Aus diesem Grund ist der in den Meßtransistor fließende Strom selbst dann niedrig, wenn durch einen Fehler an der Last RL ein Kurzschluß hervorgerufen wird. Infolgedessen kann die Spannung Vs an dem Widerstand Rs niedriger als die bestimmte Spannung sein. Daher besteht bei der Schutzschaltung ein Problem darin, daß bei niedriger Speisespannung ein durch einen Fehler an dem Lastwiderstand verursachter Überstrom nicht erfaßt werden kann, was zu der Zerstörung der Halbleitervorrichtung führt. D.h., in der Schaltung mit der Halbleitervorrichtung ist der Meßtransistor nicht vollständig durchgeschaltet, falls er nicht ausreichend in den Sättigungszustand gesteuert wird, und die Meßspannung Vs ist zu niedrig für das Erfassen eines übermäßig hohen Stroms bei kurzgeschlossener Last RL. Ferner wird bei dem Absinken der Speisespannung auch der Strom IGS geringer, so daß daher nur der Meßtransistor geschaltet wird und bei dem Kurzschluß der Last RL zerstört wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Halbleitervorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 eine Ansteuerschaltung zu schaffen, die ein genaues Erfassen eines über die Halbleitervorrichtung fließenden Stroms unabhängig von der Höhe der zugeführten Speisespannung ermöglicht, um dadurch eine Zerstörung der Halbleitervorrichtung zu verhindern.

Fig. 2A ist eine Blockdarstellung der erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung. Die Erfindung richtet sich auf eine Steuerschaltung für das Ein- und Ausschalten einer Halbleitervorrichtung, die einen Ladungsinduktion- bzw. SI-Haupttransistor und einen SI-Meßtransistor enthält.

Eine erste Stromquelle 1 ist an einem Anschluß mit einer Spannungsquelle V und an dem anderen Anschluß mit dem SI-Haupttransistor verbunden. Wenn die

Stromquelle 1 eingeschaltet wird, wird über sie eine Vorspannung an den Haupttransistor angelegt.

Eine zweite Stromquelle 2 ist an einem Anschluß mit der Spannungsquelle V und an dem anderen Anschluß mit dem Meßtransistor verbunden. Wenn die Stromquelle 2 eingeschaltet wird, wird über sie eine Vorspannung an den Meßtransistor angelegt.

Eine dritte Stromquelle 3 ist an einem Anschluß mit Masse G und an dem anderen Anschluß mit dem anderen Anschluß der ersten Stromquelle 1 verbunden. Bei dem Abschalten verbindet die Stromquelle 3 das Gate des Haupttransistors mit Masse.

Eine vierte Stromquelle 4 ist an einem Anschluß mit Masse G und an dem anderen Anschluß mit dem anderen Anschluß der zweiten Stromquelle 2 verbunden. Bei dem Abschalten verbindet die Stromquelle 4 das Gate des Meßtransistors mit Masse.

Eine Vergleichs- und Steuereinrichtung 5 schaltet zum Einschalten der Halbleitervorrichtung die erste und die zweite Stromquelle ein, wodurch Vorspannung an das Gate des Haupttransistors und das Gate des Meßtransistors angelegt wird. Wenn die Amplitude einer Meßspannung, die sich aus einem über den Meßtransistor fließenden Strom ergibt, höher als ein bestimmter Wert ist, werden von der Vergleichs- und Steuereinrichtung die erste und die zweite Stromquelle abgeschaltet und die dritte und die vierte Stromquelle eingeschaltet.

Zum Einschalten der Halbleitervorrichtung, die den SI-Haupttransistor und den SI-Meßtransistor enthält, schaltet die Vergleichs- und Steuereinrichtung 5 die erste Stromquelle 1 und die zweite Stromquelle 2 ein, um dem Gate des Haupttransistors und dem Gate des Meßtransistors Ströme aus der Spannungsquelle V zuzuführen. Zu diesem Zeitpunkt werden die dritte Stromquelle 3 und die vierte Stromquelle 4 abgeschaltet.

Falls bei eingeschalteter Halbleitervorrichtung und daher einem Stromfluß über einen Laststromkreis der Laststromkreis kurzgeschlossen ist, so daß ein übermäßig starker Strom fließt, übersteigt die Meßspannung den bestimmten Wert. Bei dem Erfassen, daß die Meßspannung höher als der bestimmte Wert ist, schaltet die Vergleichs- und Steuereinrichtung 5 die erste Stromquelle 1 und die zweite Stromquelle 2 ab. Zugleich schaltet die Vergleichs- und Steuereinrichtung 5 die dritte Stromquelle 3 und die vierte Stromquelle 4 ein. Die dritte und die vierte Stromquelle 3 und 4 sind derart ausgelegt, daß sie die an dem Gate des Haupttransistors und dem Gate des Meßtransistors gespeicherten elektrischen Ladungen ableiten.

Der Gatestrom des SI-Meßtransistors wird von der zweiten Stromquelle 2 erzeugt, so daß daher der Meßtransistor unabhängig von der Speisespannung (V) mit einem konstanten Strom eingeschaltet wird. D.h., der Meßtransistor wird in den Sättigungszustand ausgesteuert, wodurch eine Meßspannung erzeugt wird, mit der auf genaue Weise ein durch einen Kurzschluß der Last verursachter Überstrom erfaßt werden kann. Wenn die Transistoren ausgeschaltet werden sollen, werden durch die dritte und die vierte Stromquelle 3 und 4 die jeweils an dem Gate des Haupttransistors und an dem Gate des Meßtransistors gespeicherten elektrischen Ladungen schnell abgeleitet, wodurch ein schnelles Schalten der Transistoren ermöglicht ist. Hierdurch wird eine Zerstörung der Ladungsinduktionstransistoren bzw. SI-Transistoren verhindert.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung

näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Schaltungsanordnung einer Ansteuerschaltung gemäß der nicht vorveröffentlichten DE 40 17 992 A1.

Fig. 2A ist eine schematische Blockdarstellung einer erfindungsgemäßen Transistor-Ansteuerschaltung.

Fig. 2B zeigt die Schaltungsanordnung der Ansteuerschaltung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 3A bis 3C sind ausführliche Schaltbilder von Stromquellen und von Stromquellen-Treiberschaltungen.

Fig. 4 zeigt die Schaltungsanordnung der Ansteuerschaltung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Gemäß Fig. 2B, die die Schaltungsanordnung der Ansteuerschaltung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zeigt, enthält ein Laststromkreis 15 eine Spannungsquelle B, einen Lastwiderstand RL, eine Halbleitervorrichtung 17 mit einem Ladungsinduktion- bzw. SI-Haupttransistor und einem SI-Meßtransistor und einen Widerstand Rs. Ein gemeinsamer Drain D der Halbleitervorrichtung ist über den Lastwiderstand RL mit einem positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B verbunden. Der Haupttransistor ist an seiner Source S mit dem negativen Anschluß der Spannungsquelle B verbunden, während der Meßtransistor an seiner Source Ss über den Widerstand Rs mit dem negativen Anschluß der Spannungsquelle B verbunden ist. Der negative Anschluß der Spannungsquelle B ist mit Masse verbunden.

Wenn in das Gate G des Haupttransistors und das Gate Gs des Meßtransistors Ströme fließen, werden die Transistoren eingeschaltet, wodurch ein Stromfluß über den Lastwiderstand hervorgerufen wird. Falls dabei der Gatestrom des Haupttransistors beispielsweise 300 mA beträgt, fließt zum Meßtransistor ein Gatestrom in der Größenordnung von 5 mA. Die beiden Transistoren werden durch ihre jeweiligen Gateströme in den Sättigungszustand ausgesteuert, nämlich durchgeschaltet. Der maximale Strom bei dem Einschaltzustand ist im wesentlichen durch die Gateströme des SI-Haupttransistors und des SI-Meßtransistors bestimmt.

Mittels des an die Source des Meßtransistors angeschlossenen Widerstands Rs wird der durch den Meßtransistor fließende Strom in eine Spannung umgesetzt, die an dem Widerstand Rs abfällt. Aus der Spannung an dem Widerstand Rs und einem Verhältnis k des über den Meßtransistor fließenden Stroms zu dem über den Haupttransistor fließenden Strom wird der Gesamtstrom, nämlich der Drainstrom der Halbleitervorrichtung ermittelt.

Eine Ansteuerschaltung 16 für das Betreiben des Laststromkreises 15 enthält Stromquellen 18 und 19, eine Stromquellen-Treiberschaltung 20 und eine Steuerschaltung 21, die an ihren Anschlüssen mit dem positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B verbunden sind. Die Steuerschaltung 21 ist auch mit einem gemeinsamen bewegbaren Kontakt eines Schalters SWX verbunden. Ein Einschaltkontakt des Schalters SWX ist mit einem zweiten Anschluß der Stromquellen-Treiberschaltung 20 verbunden. Auf den Empfang eines Ansteuerungssignals aus einer Ansteuersignalquelle S hin verbindet die Steuerschaltung 21 den bewegbaren Kontakt des Schalters SWX mit dessen Einschaltkontakt, wodurch von der Stromquellen-Treiberschaltung 20 der Steuerschaltung 21 ein Strom I<sub>on</sub> zugeführt wird. Wenn dieser Strom I<sub>on</sub> fließt, schaltet die Stromquellen-Treiberschaltung 20 die Stromquellen 19 und 18 ein. Die Stromquelle 18 ist zum Abgeben eines Stroms I<sub>on</sub>

ausgelegt, während die Stromquelle 19 zum Abgeben eines Stroms IGson ausgelegt ist. Wenn die Stromquellen 18 und 19 eingeschaltet sind, sind Stromquellen 22 und 23 abgeschaltet, die jeweils an die Stromquelle 18 bzw. 19 angeschlossen sind. Es fließt dabei kein Strom über eine Stromquellen-Treiberschaltung 25, so daß von dieser die Stromquellen 22 und 23 nicht eingeschaltet werden.

Der gemeinsame Verbindungspunkt der Stromquellen 18 und 22 ist mit dem Gate G des Haupttransistors verbunden, während der gemeinsame Verbindungspunkt der Stromquellen 19 und 23 mit dem Gate Gs des Meßtransistors verbunden ist. Da die Stromquellen 22 und 23 abgeschaltet sind, fließen die von den Stromquellen 18 und 19 zugeführten Ströme jeweils in voller Stärke in das Gate G des Haupttransistors bzw. das Gate Gs des Meßtransistors. Gemäß der vorangehenden Beschreibung betragen diese Ströme IGon und IGson jeweils 300 mA bzw. 5 mA. Da der Lastwiderstand RL mit einem Anschluß an die Spannungsquelle B angeschlossen ist und an seinem anderen Anschluß bei eingeschalteter Halbleitervorrichtung 17 über diese mit Masse verbunden ist, fließt über den Lastwiderstand ein aus der Spannungsquelle B zugeführter Strom.

Falls durch einen Fehler oder eine Störung der Lastwiderstand RL kurzgeschlossen ist, fließt ein übermäßig starker Strom. Dieser Überstrom fließt auch durch den Haupttransistor und den Meßtransistor. Dabei ist das Verhältnis zwischen den über den Haupttransistor und den Meßtransistor fließenden Strömen  $k : 1$ . Durch den über den Meßtransistor fließenden Strom entsteht an dem Widerstand Rs eine Spannung Vs, die an einer Überstromschutzschaltung 24 anliegt.

Die Überstromschutzschaltung 24 ist an den positiven Anschluß einer Bezugsspannungsquelle angeschlossen, die eine Bezugsspannung VRef abgibt. Der negative Anschluß der Bezugsspannungsquelle ist mit Masse verbunden. Die Überstromschutzschaltung 24 vergleicht die Bezugsspannung VRef mit der Spannung Vs an dem Widerstand Rs und gibt dann, wenn die Spannung Vs an dem Widerstand Rs höher als die Bezugsspannung ist, an die Steuerschaltung 21 ein Abschaltsignal ab. Im Ansprechen auf das Abschaltsignal schaltet die Steuerschaltung 21 den Schalter SWX in die Ausschaltstellung. Sobald dieser Schaltvorgang ausgeführt ist, bleibt der Schalter in der Ausschaltstellung, falls er nicht zurückgestellt wird.

Der Ausschaltkontakt des Schalters SWX ist mit der Stromquellen-Treiberschaltung 25 verbunden. Der andere Anschluß der Stromquellen-Treiberschaltung 25 und die anderen Anschlüsse der Stromquellen 22 und 23 sowie der Überstromschutzschaltung 24 sind mit Masse verbunden. Wenn der Schalter SWX in die Ausschaltstellung geschaltet ist, fließt ein Strom über die Stromquellen-Treiberschaltung 25. Bei dem Ansteuern der Stromquellen-Treiberschaltung 20 verbindet die Steuerschaltung 21 den gemeinsamen bewegbaren Kontakt mit Masse, so daß dadurch die Stromquellen-Treiberschaltung 20 mit Masse verbunden wird. Bei dem Ansteuern der Stromquellen-Treiberschaltung 25 verbindet jedoch die Steuerschaltung 21 den gemeinsamen bewegbaren Kontakt mit dem Potential an dem positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B, um dadurch an den Stromversorgungsanschluß der Stromquellen-Treiberschaltung 25 Spannung anzulegen. Zu diesem Zeitpunkt werden von der Stromquellen-Treiberschaltung 25 die Stromquellen 22 und 23 eingeschaltet. Wenn der Schalter SWX in die Ausschaltstellung geschaltet

wird, bleibt ein Anschluß der Stromquellen-Treiberschaltung 20 offen, so daß diese außer Betrieb gesetzt wird. Hierdurch werden die Stromquellen 18 und 19 abgeschaltet. Infolgedessen wird die Vorspannung an der Halbleitervorrichtung zu "0", so daß die Halbleitervorrichtung ausgeschaltet wird bzw. sperrt. Durch dieses Ausschalten wird eine Zerstörung der Halbleitervorrichtung verhindert. Durch das Umstellen des Schalters SWX in die Ausschaltstellung werden auf die vorstehend beschriebene Weise die Stromquellen 22 und 23 eingeschaltet, wodurch das Gate G und das Gate Gs mit Masse verbunden werden. Dadurch werden Ströme aus dem Gate G bzw. Gs gegen Masse abgeleitet. Die Gates des SI-Haupttransistors und des SI-Meßtransistors haben naturgemäß Streukapazitäten. Daher können wegen der an den Streukapazitäten gespeicherten elektrischen Ladungen der Haupttransistor und der Meßtransistor allein durch das Abschalten der Vorspannungsstromquellen 18 und 19 nicht sofort ausgeschaltet werden. Mittels der Stromquellen 22 und 23 werden jedoch die elektrischen Ladungen von dem jeweiligen Gate abgezogen, so daß der Haupttransistor und der Meßtransistor sofort ausgeschaltet werden.

Da bei der Schaltung gemäß der DE 40 17 992 A1 kein geschlossener Stromkreis vorgesehen ist, bleibt die Halbleitervorrichtung eingeschaltet, bis die elektrischen Ladungen auf natürliche Weise entladen sind; während dieser Entladeperiode kann die Halbleitervorrichtung zerstört werden. Bei der erfindungsgemäßen Ansteuerung gemäß dem Ausführungsbeispiel wird jedoch die Halbleitervorrichtung mittels der Stromquellen 18 und 19 und nicht über Widerstände angesteuert. Dies ermöglicht ein von der Höhe der Speisespannung Vcc unabhängiges Durchschalten der Halbleitervorrichtung. D.h., jeder der SI-Transistoren wird selbst bei verringerter Speisespannung im Sättigungszustand betrieben, so daß geeignete Ströme fließen können. Ferner werden dann, wenn infolge eines Fehlers oder einer Störung ein übermäßig starker Strom fließt, zugleich mit dem Abschalten der Stromquellen 18 und 19 die Stromquellen 22 und 23 eingeschaltet. Hierdurch werden die an dem Gate gespeicherten elektrischen Ladungen sofort abgeleitet, so daß daher die Halbleitervorrichtung schnell ausgeschaltet wird.

Die Fig. 3A zeigt ausführlich die Schaltungsanordnungen der Stromquellen 18 und 19 sowie der Stromquellen-Treiberschaltung 20. Die Stromquellen 18 und 19 haben die im wesentlichen gleiche folgende Gestaltung: Transistoren Q10 und Q6 sind an ihren Kollektoren mit dem positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B verbunden, während sie an ihren Emitttern jeweils über einen Widerstand R5 mit dem Gate G des Haupttransistors bzw. über einen Widerstand R3 mit dem Gate Gs des Meßtransistors verbunden sind. Transistoren Q8 und Q4 sind mit ihren Kollektoren mit dem positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B verbunden, während ihre Emitter jeweils mit der Basis des Transistor Q10 bzw. mit der Basis des Transistors Q6 verbunden sind. Ein Transistor Q7 ist mit seinem Emitter an den positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B angeschlossen und an seinem Kollektor mit der Basis des Transistors Q8 und dem Kollektor eines Transistors Q9 verbunden. Ein Transistor Q2 ist an seinem Emitter mit dem positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B verbunden und an seinem Kollektor mit der Basis des Transistors Q4 und dem Kollektor eines Transistors Q5 verbunden. Die Basis des Transistors Q9 bzw. Q5 ist mit der Basis des Transistors Q10 bzw. Q6 verbunden. Die

Emitter der Transistoren Q9 und Q5 sind jeweils über einen Widerstand R4 bzw. R2 mit dem Gate G bzw. Gs verbunden.

In der Stromquellen-Treiberschaltung 20 ist ein Widerstand R1 einerseits mit der Spannungsquelle B und andererseits mit den Basen der Transistoren Q7 und Q2 verbunden. Ein Transistor Q1 ist an seinem Emitter mit dem positiven Anschluß Vcc der Spannungsquelle B und an seiner Basis mit dem Widerstand R1 und dem Emitter eines Transistors Q3 verbunden. Der Transistor Q3 ist an seinem Kollektor mit Masse und an seiner Basis mit dem Kollektor des Transistors Q1 sowie mit dem Einschaltkontakt des Schalters SWX verbunden. Die Transistoren Q1 bis Q3 und Q7 sind PNP-Transistoren, während die übrigen Transistoren NPN-Transistoren sind. Die Transistoren Q6 und Q10 haben eine größere Halbleiterscheibchenfläche als die Transistoren Q5 und Q9, so daß die zu den Gates G und Gs fließenden Ströme größtenteils über die Transistoren Q6 und Q10 fließen. Dies wird nachfolgend beschrieben.

Wenn der Schalter SWX in die Einschaltstellung geschaltet wird, wird der Einschaltkontakt auf Massepotential gebracht, was zur Folge hat, daß der Transistor Q3 eingeschaltet wird und daher ein bestimmter Strom über den Widerstand R1 fließt. Durch den Stromfluß über den Widerstand R1 werden die Basispotentiale an den Transistoren Q1, Q2 und Q7 niedriger als deren Emitterpotentiale, so daß diese Transistoren gleichfalls eingeschaltet werden. Auf diese Weise wird die Speisepotential Vcc den Basen der Transistoren Q4 und Q8 zugeführt, so daß auch diese eingeschaltet werden. Hierdurch werden die Transistoren Q5, Q6, Q9 und Q10 eingeschaltet. Diese Transistoren bilden Stromspiegel. Es ergibt sich daher:

$$\begin{aligned} ICQ5 &= ICQ9 = ICQ1 \\ ICQ6 &= (k2 - 1) \cdot ICQ5 \\ ICQ10 &= (k1 - 1) \cdot ICQ9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} IGon &= ICQ9 + ICQ10 = k1 \cdot ICQ1 \\ IGson &= ICQ5 + ICQ6 = k2 \cdot ICQ1 \end{aligned}$$

Hierzu ist anzumerken, daß der Transistor Q10 eine Emitterfläche hat, die  $(k1 - 1)$ mal so groß ist wie diejenige des Transistors Q9, und der Transistor Q6 eine Emitterfläche hat, die  $(k2 - 1)$ mal so groß ist wie diejenige des Transistors Q5. Ferner hat der Widerstand R4 einen Widerstandswert, der  $(k1 - 1)$ mal so groß ist wie derjenige des Widerstands R5, während der Widerstand R2 einen Wert hat, der  $(k2 - 1)$ mal so groß wie derjenige des Widerstands R3 ist. Die Widerstände R2, R3, R4 und R5 sind für eine Gegenkopplung vorgesehen, durch die die jeweiligen Werte  $k1$  und  $k2$  annähernd auf ihre jeweiligen Sollwerte eingestellt werden, wenn die Transistoren Q5, Q6, Q9 und Q10 bei der Herstellung hervorgerufene Abweichungen hinsichtlich der Emitterfläche zeigen.

Durch die vorstehend beschriebene Funktion der Stromspiegel fließen entsprechende Ströme IGon und IGson, wenn der Kollektorstrom ICQ1 fließt. Diese festgelegten Ströme fließen in die Gates G und Gs der Halbleitervorrichtung 17, um dadurch den SI-Haupttransistor und den SI-Meßtransistor in den Sättigungszustand zu bringen.

Vorstehend wurde das Ausführungsbeispiel der Ansteuerschaltung in Verbindung mit einer Halbleitervorrichtung beschrieben, in der der Strom von dem Drain zu der Source fließt. Es ist jedoch offensichtlich, daß die

gleiche Gestaltung auch bei einer Halbleitervorrichtung angewandt werden kann, in der der Strom von der Source zu dem Drain fließt.

Die Fig. 3B zeigt ausführlich die Schaltungsanordnungen der Überstromschutzschaltung 24, der Steuerungschaltung 21 und des Schalters SWX. Die Überstromschutzschaltung 24 enthält einen Vergleichler CMP. An den nichtinvertierenden Eingang des Vergleichlers CMP ist die Bezugsspannung VRef angelegt, während an den invertierenden Eingang die an dem Widerstand Rs entstehende Spannung Vs angelegt ist. Der Vergleichler CMP vergleicht diese Spannungen und gibt ein Ausgangssignal hohen Pegels ab, wenn (bei dem normalen Zustand)  $VRef > Vs$  ermittelt wird, bzw. ein Ausgangssignal niedrigen Pegels, wenn (bei Überstrom)  $VRef \leq Vs$  ermittelt wird. Das Ausgangssignal des Vergleichlers CMP ist an den Takteingang CLK eines Flip-Flops FF in der Steuerungschaltung 21 angelegt.

Die Steuerungschaltung 21 enthält ein NAND-Glied NAND und das Flip-Flop FF. Das Flip-Flop FF ist ein D-Flip-Flop und an seinem Ausgang Q mit einem Eingang des NAND-Glieds verbunden. Wenn die Stromversorgung eingeschaltet wird, wird das Flip-Flop FF durch ein Rücksetzsignal RST rückgesetzt, so daß der Ausgang Q den hohen Pegel annimmt. Damit wird das NAND-Glied zum Invertieren eines Signals aus der Ansteuersignalquelle S für das Anlegen an den Schalter SWX durchgeschaltet. D.h., ein Signal hohen Pegels aus der Ansteuersignalquelle S wird auf niedrigen Pegel invertiert und umgekehrt.

Der Ausgang des NAND-Glieds ist mit den jeweiligen Steueranschlüssen von Analogschalter AW1 und AW2 sowie mit einem Verbindungspunkt zwischen diesen Schaltern verbunden. Der Analogschalter AW2 wird durch hohen Pegel an dem Steueranschluß durchgeschaltet und durch niedrigen Pegel gesperrt. Im Gegensatz dazu wird der Analogschalter AW1 durch niedrigen Pegel am Steueranschluß durchgeschaltet und durch hohen Pegel gesperrt.

Wenn das Ausgangssignal des NAND-Glieds den niedrigen Pegel annimmt, wird der Analogschalter AW1 durchgeschaltet, während der Analogschalter AW2 gesperrt wird. Auf diese Weise erhält der Einschaltkontakt des Schalters SWX niedriges Potential. Hierdurch kann die vorstehend beschriebene Stromquellen-Treiberschaltung 20 die Stromquellen 18 und 19 betreiben, wodurch die Halbleitervorrichtung 17 eingeschaltet wird. Wenn andererseits das Ausgangssignal des NAND-Glieds den hohen Pegel annimmt, wird der Analogschalter AW2 durchgeschaltet, während der Analogschalter AW1 gesperrt wird. Infolgedessen nimmt der Ausschaltkontakt des Schalters SWX den hohen Pegel an. Hierdurch schaltet die vorangehend beschriebene Stromquellen-Treiberschaltung 25 die Stromquellen 22 und 23 ein, so daß die Halbleitervorrichtung 17 ausgeschaltet wird. D.h., im Normalzustand wird die Halbleitervorrichtung 17 entsprechend dem Pegel des Eingangssignals aus der Ansteuersignalquelle S ein- oder ausgeschaltet.

Wenn andererseits die an den Vergleichler CMP angelegte Spannung Vs höher als die Bezugsspannung VRef wird, gibt der Vergleichler CMP ein Ausgangssignal niedrigen Pegels ab. Im Ansprechen auf den Übergang des Ausgangssignals des Vergleichlers CMP von dem hohen auf den niedrigen Pegel (vom Normalzustand auf den Überstromzustand) nimmt das Flip-Flop ein Eingangssignal hohen Pegels an seinem D-Anschluß auf, so daß sein Ausgang Q den niedrigen Pegel annimmt.

Wenn der Pegel an dem Ausgang  $\bar{Q}$  des Flip-Flops abfällt, wird dadurch das NAND-Glied gesperrt, so daß sein Ausgangssignal unabhängig von dem Signal aus der Ansteuersignalquelle S auf dem hohen Pegel bleibt. Hierdurch bleibt die Stromquellen-Treiberschaltung 25 in Betrieb, was zur Folge hat, daß die Halbleitervorrichtung 17 ständig ausgeschaltet ist. Zusammengefaßt gesehen wird somit die Halbleitervorrichtung 17 im Normalzustand durch das Eingangssignal aus der Ansteuersignalquelle S ein- und ausgeschaltet, während sie ausgeschaltet wird, wenn ein Überstromzustand ermittelt wird.

Die Fig. 3C zeigt eine andere Schaltungsanordnung der Steuerschaltung 21. Bei dieser Schaltungsanordnung ist das Flip-Flop FF in der Steuerschaltung 21 nach Fig. 3B weggelassen und statt dessen der Ausgang des Vergleichers CMP direkt mit einem Eingang des NAND-Glieds NAND verbunden. Mit dem in der Schaltung nach Fig. 3B enthaltenen Flip-Flop FF wird der Stromfluß unterbrochen, sobald ein Überstrom auftritt. Bei der Schaltungsanordnung nach Fig. 3C wird das NAND-Glied gesperrt, sobald ein Überstromzustand ermittelt wird. D.h., wenn der Vergleichers CMP ermittelt, daß  $V_{REF}$  kleiner als oder gleich  $V_s$  ist, wird das NAND-Glied gesperrt, wodurch der Schalter SWX die Stromquellen-Treiberschaltung 25 in Betrieb setzt. Dadurch wird die Halbleitervorrichtung 17 ausgeschaltet, so daß der Stromfluß über den Lastwiderstand unterbrochen wird. Wenn der über den Lastwiderstand fließende Strom zu "0" wird, gibt der Vergleichers CMP wieder das Ausgangssignal mit dem hohen Pegel (für den Normalzustand) ab. Wenn in diesem Fall das Signal aus der Ansteuersignalquelle S den hohen Pegel annimmt, wird die Stromquellen-Treiberschaltung 20 wieder in Betrieb gesetzt, so daß die Halbleitervorrichtung 17 wieder eingeschaltet wird und wieder Strom über den Lastwiderstand fließt. Falls der Lastwiderstand infolge eines Kurzschlusses abnormal ist, fließt über den Lastwiderstand erneut ein Überstrom, so daß der vorstehend beschriebene Funktionsvorgang wiederholt wird. Diese Wiederholung ist von der Schleifen-Verzögerungszeit abhängig. Durch das Verkürzen der Einschaltzeit der Halbleitervorrichtung bei einer abnormalen Belastung ist es möglich, eine Zerstörung der Halbleitervorrichtung selbst bei dem Auftreten einer Abnormalität wie eines Kurzschlusses an dem Lastwiderstand zu verhindern.

Die Fig. 4 zeigt eine Schaltungsanordnung der Ansteuerschaltung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. In diesem Fall hat eine Halbleitervorrichtung 30 die zu der vorstehend beschriebenen Halbleitervorrichtung 17 entgegengesetzte Polung. Daher fließen die Ströme in Gegenrichtung zu denjenigen bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Es wird die gleiche Funktion dadurch erzielt, daß die betreffenden Schaltungen jeweils die entgegengesetzte Polung zu den dementsprechenden Schaltungen erhalten.

Da gemäß der vorstehenden Beschreibung Vorspannungen mittels der Stromquellen auch bei Änderungen der Speisespannung angelegt werden, werden im wesentlichen konstante Ströme  $I_{Gson}$  und  $I_{Gon}$  zugeführt, wobei ein Verstärkungsgrad für das Erfassen bzw. Messen des Stroms niemals vermindert wird.

Falls die beiden voneinander unabhängigen Stromquellen mit diskreten Komponenten aufgebaut werden, wäre zum Kompensieren von Abweichungen der Komponenteneigenschaften eine komplizierte Schaltungsanordnung erforderlich. Falls jedoch wie bei den Ausführungs-

beispielen der Ansteuerschaltung die Stromquellen der Ansteuerungsschaltung auf einem einzelnen Halbleiterscheibchen geformt werden, können die beiden unabhängigen Stromquellen einfache Schaltungen sein, da Abweichungen der Eigenschaften der Komponenten gering sind, die eng aneinander angeordnet sind. Außerdem können die Ausgänge der beiden unabhängigen Stromquellen zusammengeführt werden und es kann damit eine Treiberschaltung gebildet werden, die an einem normalen Transistor mit drei Anschlüssen anwendbar ist.

Erfindungsgemäß kann gemäß der vorstehenden Beschreibung dann, wenn eine Halbleitervorrichtung mit einem SI-Haupttransistor und einem SI-Meßtransistor als Schalter für das Betreiben eines Lastwiderstands eingesetzt wird und durch einen Fehler an dem Lastwiderstand ein Kurzschlußzustand hervorgerufen wird, unabhängig von der Höhe der Speisespannung ein Meßstrom erfaßt werden und die Halbleitervorrichtung ausgeschaltet werden, um deren Zerstörung zu verhindern.

#### Patentansprüche

1. Ansteuerschaltung für das Ein- und Ausschalten einer Ladungsinduktions-Halbleitervorrichtung mit einem Haupttransistor und einem Meßtransistor, **gekennzeichnet durch** eine erste Spannungsquelle (1; 18), die zwischen einen Anschluß einer Spannungsquelle (B) und das Gate (G) des Haupttransistors geschaltet ist und über die beim Einschalten eine Vorspannung an den Haupttransistor angelegt ist, eine zweite Stromquelle (2; 19) die zwischen den einen Anschluß der Spannungsquelle und das Gate (Gs) des Meßtransistors geschaltet ist und über die beim Einschalten einer Vorspannung an den Meßtransistor angelegt ist, eine dritte Stromquelle (3; 22), die zwischen den anderen Anschluß der Spannungsquelle und das Gate des Haupttransistors geschaltet ist, eine vierte Stromquelle (4; 23), die zwischen den anderen Anschluß der Spannungsquelle und das Gate des Meßtransistors geschaltet ist, und eine Vergleichs- und Steuerschaltung (5; 20, 21, 24, 25), die die erste und die zweite Stromquelle zum Durchlaß der Vorspannung einschaltet, wenn die Halbleitervorrichtung (17; 30) einzuschalten ist, und die die erste und die zweite Stromquelle abschaltet sowie die dritte und die vierte Stromquelle einschaltet, wenn eine durch das Erfassen eines über den Meßtransistor fließenden Stroms erhaltene Spannung ( $V_s$ ) höher als eine Bezugsspannung ( $V_{REF}$ ) ist.
2. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Haupttransistor und der Meßtransistor jeweils an dem Drain gemeinsam mit einem Lastwiderstand (RL) verbunden sind, der an die Spannungsquelle (B) angeschlossen ist.
3. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der über den Meßtransistor fließende Strom mittels eines Widerstands ( $R_s$ ) erfaßt wird, der zwischen die Source (Ss) des Meßtransistors und den anderen Anschluß der Spannungsquelle (B) geschaltet ist.
4. Ansteuerschaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichs- und Steuerschaltung (20, 21, 24, 25) eine erste Stromquellen-Treiberschaltung (20) für das Einschalten der ersten und

der zweiten Stromquelle (18, 19), eine zweite Stromquellen-Treiberschaltung (25) für das Einschalten der dritten und der vierten Stromquelle (22, 23), eine Schutzschaltung (24) zum Vergleichen der Spannung ( $V_s$ ) an dem Widerstand ( $R_s$ ) mit der Bezugsspannung ( $V_{Ref}$ ) und eine Steuerschaltung (21) aufweist, die auf das Anlegen eines Ansteuerungssignals hin die erste Stromquellen-Treiberschaltung in Betrieb setzt, wenn die Bezugsspannung höher als die Spannung an dem Widerstand ist, und die die zweite Stromquellen-Treiberschaltung in Betrieb setzt, wenn kein Ansteuerungssignal angelegt ist oder wenn die Bezugsspannung niedriger als die Spannung an dem Widerstand ist.

5. Ansteuerschaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Stromquellen-Treiberschaltung (25) von der Steuerschaltung (21) nur bis zu deren Rücksetzen betrieben wird, nachdem die Schutzschaltung (24) ermittelt hat, daß die Spannung ( $V_s$ ) an dem Widerstand ( $R_s$ ) höher als die Bezugsspannung ( $V_{Ref}$ ) ist.

6. Ansteuerschaltung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Stromquellen-Treiberschaltung (20) an den einen Anschluß der Stromversorgung (B) angeschlossen ist, der zweite Stromquellen-Treiberschaltung (25) an den anderen Anschluß der Spannungsquelle angeschlossen ist und die Steuerschaltung (21) eine Schaltvorrichtung (SWX) hat, welche an die erste Stromquellen-Treiberschaltung mit dem anderen Anschluß der Spannungsquelle verbindet, wenn die erste Stromquellen-Treiberschaltung betrieben wird, und die zweite Stromquellen-Treiberschaltung mit dem einen Anschluß der Spannungsquelle verbindet, wenn die zweite Stromquellen-Treiberschaltung betrieben wird.

7. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Stromquellen-Treiberschaltung (20) einen Widerstand ( $R_1$ ), der an den einen Anschluß der Spannungsquelle (B) angeschlossen ist, drei Transistoren ( $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_7$ ), deren Emitter an den einen Anschluß der Spannungsquelle und deren Basen an den Widerstand angeschlossen sind, und einen Transistor ( $Q_3$ ) aufweist, der am Emitter an den Widerstand, an der Basis an den Kollektor eines ( $Q_1$ ) der drei Transistoren sowie an die Steuerschaltung (21) und am Kollektor an den anderen Anschluß der Spannungsquelle angeschlossen ist, wobei die Kollektoren der anderen ( $Q_7$ ,  $Q_2$ ) der drei Transistoren mit der ersten bzw. zweiten Stromquelle (18, 19) verbunden sind.

8. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Stromquelle (18; 19) jeweils einen ersten und einen zweiten Widerstand ( $R_5$ ,  $R_4$ ;  $R_3$ ,  $R_2$ ), die an das Gate (G) des Haupttransistors bzw. das Gate ( $G_s$ ) des Meßtransistors angeschlossen sind, einen ersten Transistor ( $Q_{10}$ ;  $Q_6$ ), der am Kollektor an den einen Anschluß der Spannungsquelle (B) und am Emitter an den ersten Widerstand ( $R_5$ ;  $R_3$ ) angeschlossen ist, einen zweiten Transistor ( $Q_8$ ;  $Q_4$ ) der am Kollektor an den einen Anschluß der Spannungsquelle und am Emitter an die Basis des ersten Transistors angeschlossen ist, und einen dritten Transistor ( $Q_9$ ;  $Q_5$ ) aufweisen, der am Kollektor an die Basis des zweiten Transistors, am Emitter an den zweiten Widerstand ( $R_4$ ;  $R_2$ ) und an der

Basis an den Verbindungspunkt zwischen der Basis des ersten Transistors und dem Emitter des zweiten Transistors angeschlossen ist.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---





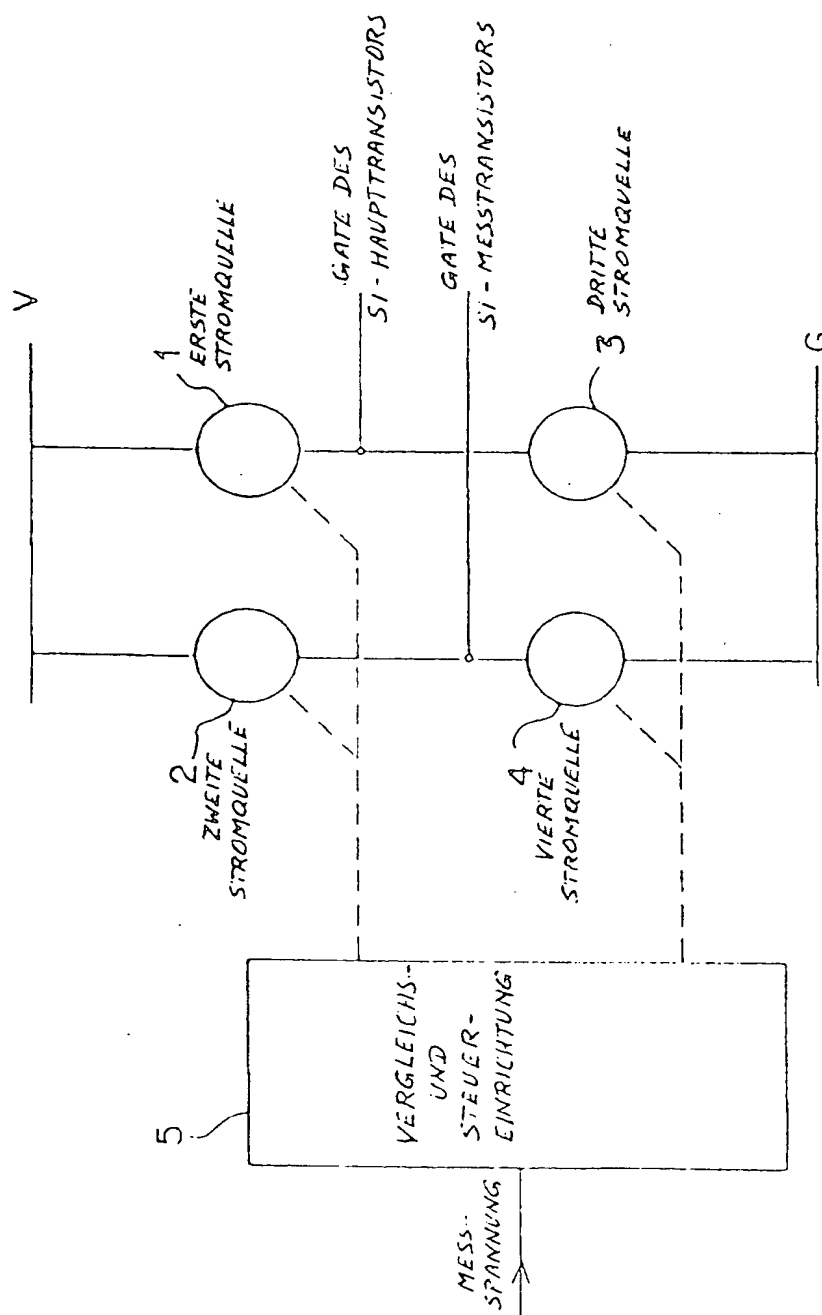
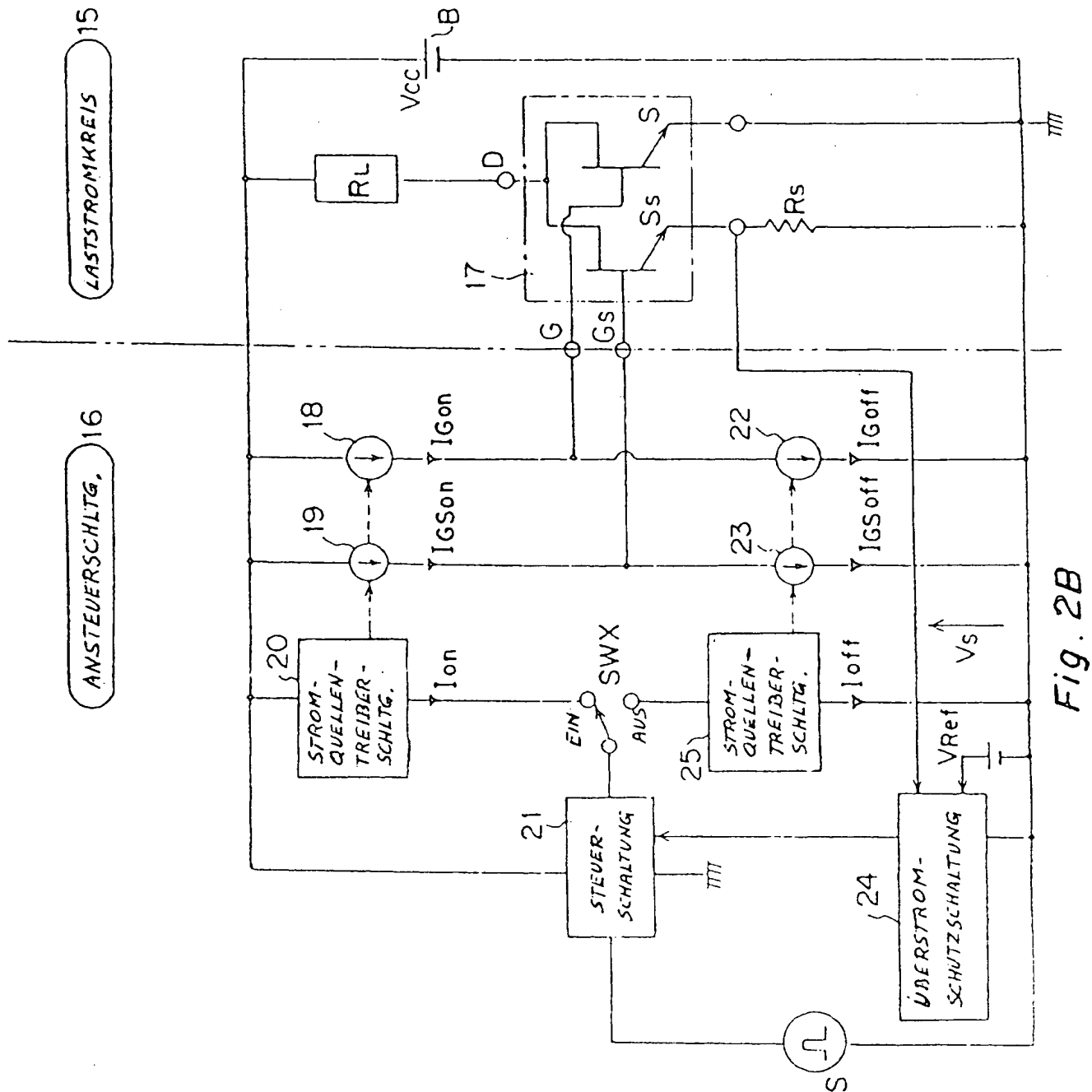


Fig. 2A



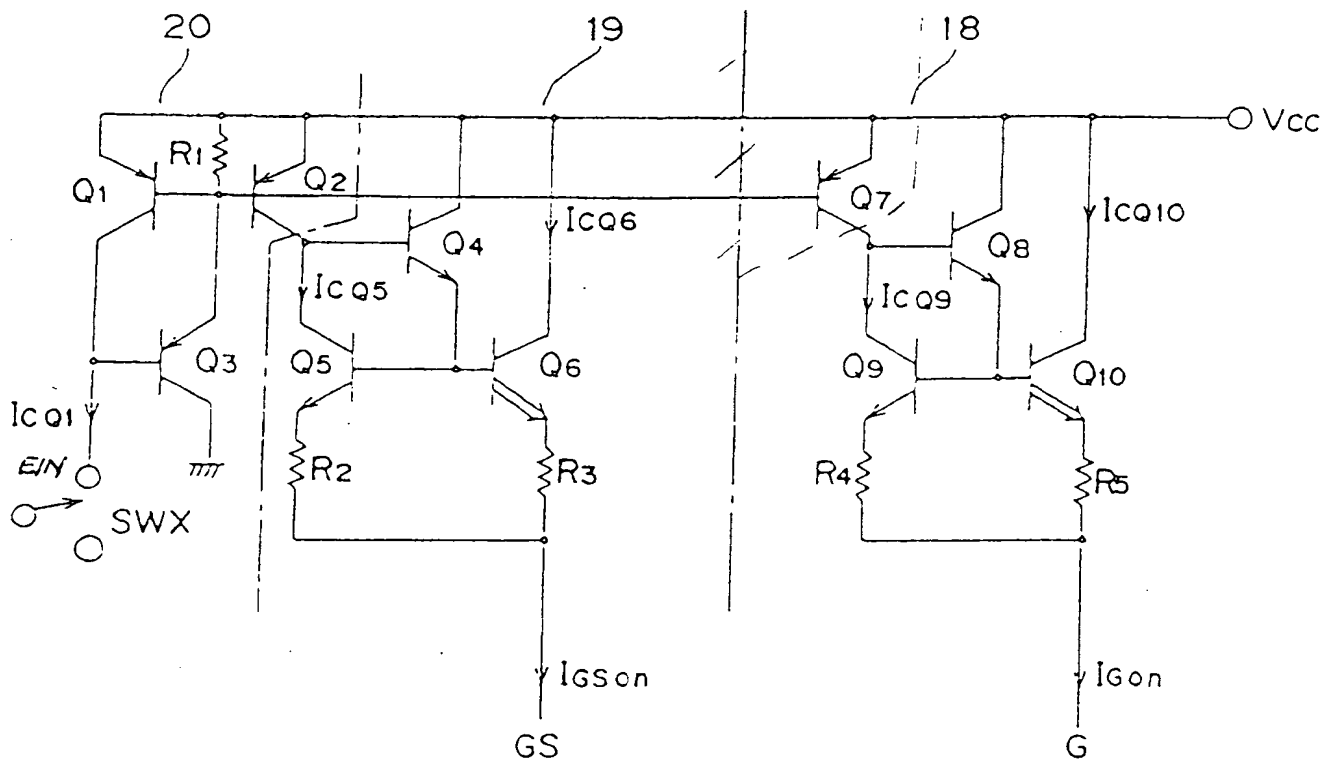


Fig. 3A

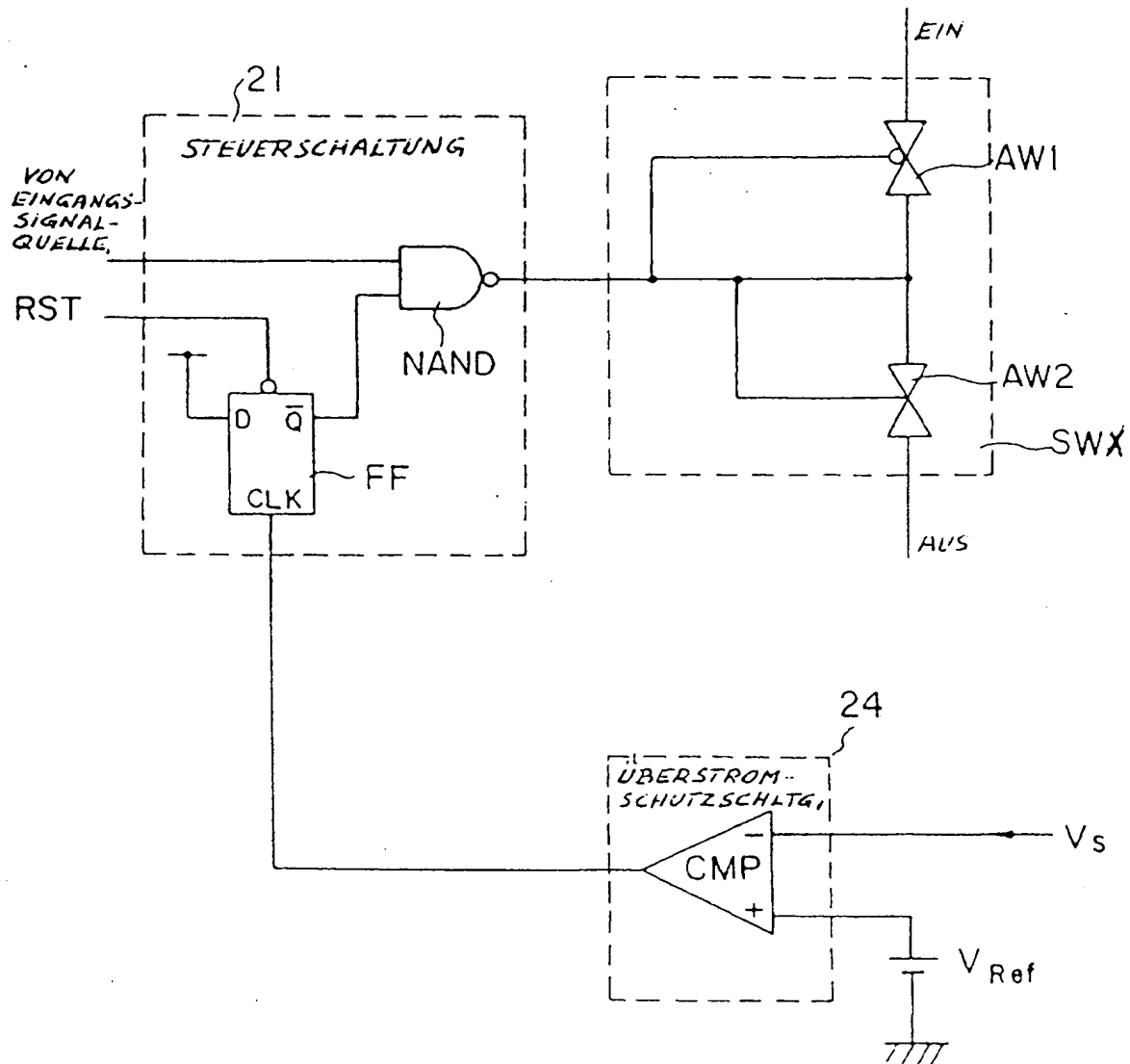


Fig. 3B

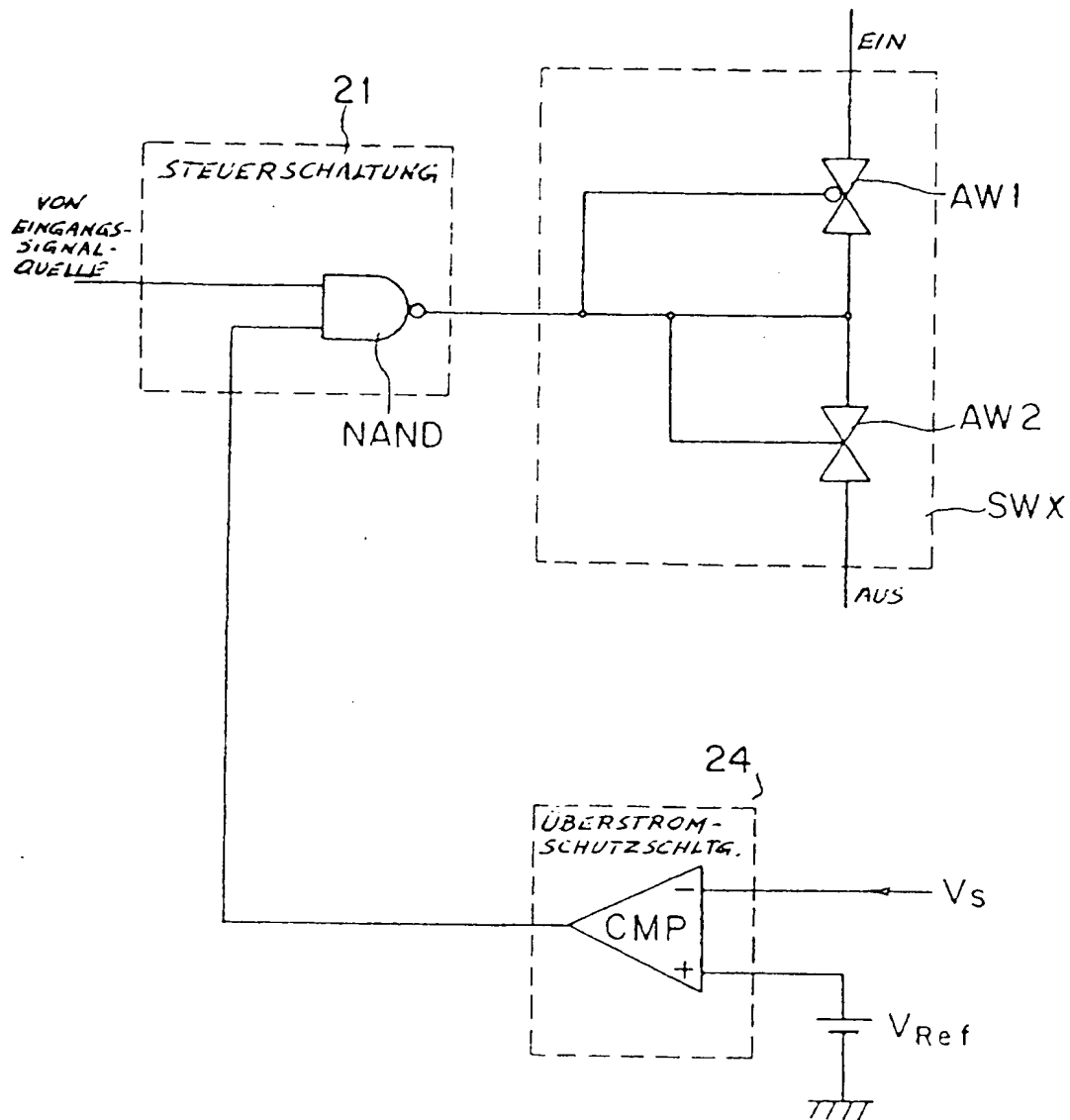
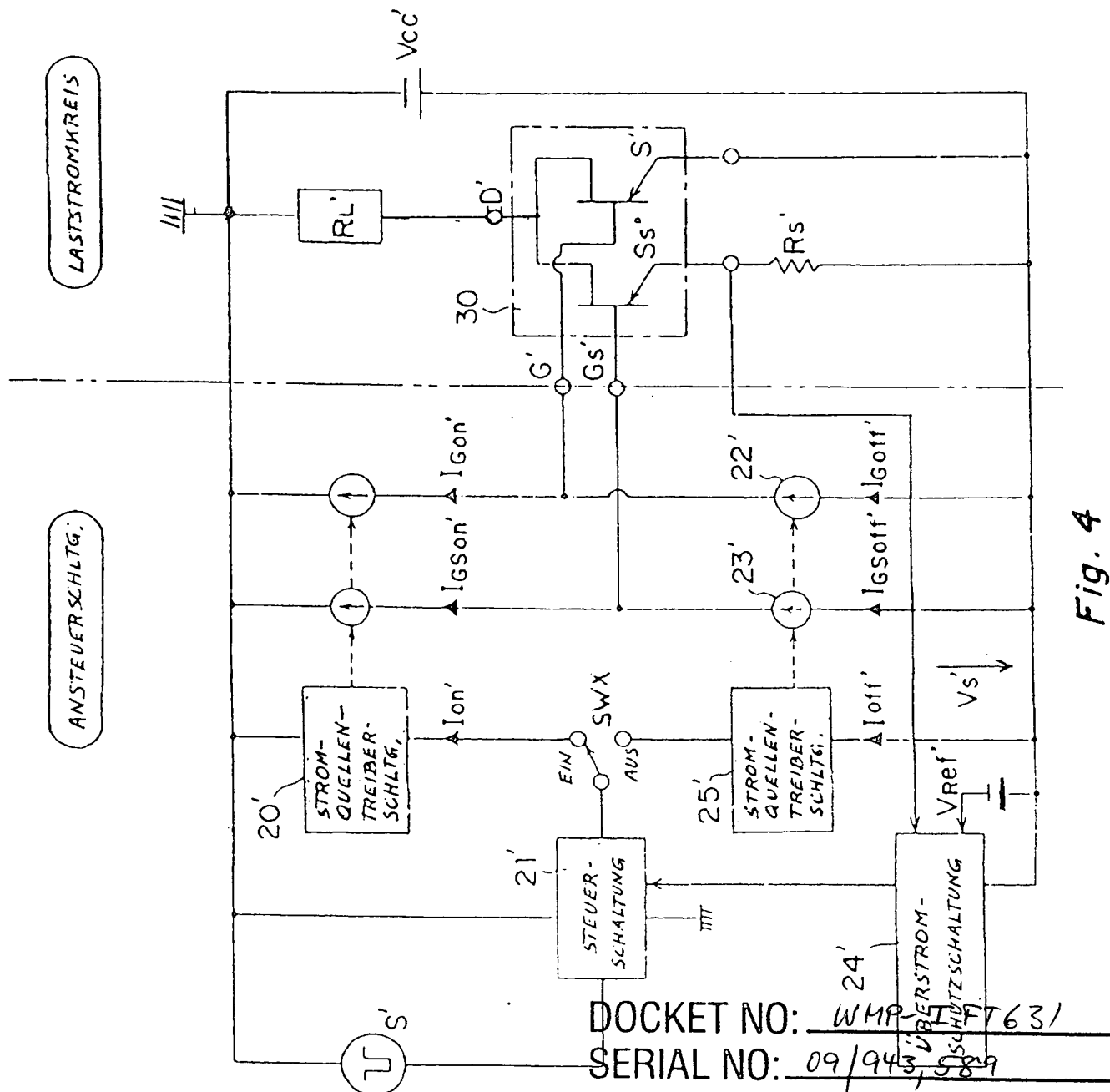


Fig. 3C



DOCKET NO: WMP-BIT-HFT631

SERIAL NO: 09/943, 584

APPLICANT: Sander

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100